

## Fiche de stage

**Sujet du stage : Développement, implémentation et test d'une loi de commande de télé-opération pour bras et main robotique**

Encadrant : Mahdi Khoramshahi

Date de début du stage : 1<sup>er</sup> Décembre 2025

Durée du stage : 6 mois

Niveau d'études souhaité : Master 2

Laboratoire d'accueil : ISIR (*Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique*), Campus Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris.

## Personne à contacter

Prénom Nom : Mahdi Khoramshahi

Email : mahdi.khoramshahi@isir.upmc.fr

Envoyer votre candidature par mail, avec [sujet du stage] en objet, un CV et une lettre de motivation.

Date limite de dépôt de la candidature : 15 Octobre 2025

## Description du stage (en français)

### Résumé :

La manipulation dextre est un problème dur en robotique car il implique une forte interaction avec l'environnement et cet environnement n'est pas toujours connu. Plusieurs travaux ont montré l'importance du **retour tactile** pour améliorer les capacités de manipulation des robots.

Ce stage propose de contribuer au développement et à la validation d'une **interface de télé-opération bidirectionnelle** d'une main robotique dextre montée sur un bras 7 DOF. Le système est composé d'un **leader** (bras + main directement mis en mouvement par l'opérateur humain et répercutant les efforts subis par le follower sur l'opérateur humain) et d'un **follower** (bras + main copiant les mouvements du système leader et interagissant avec l'environnement).

Le travail effectué sera concentré sur le développement de la loi de commande suivie par les deux systèmes. Cette loi de commande devra à la fois permettre au follower de recopier les mouvements du leader et au leader de retransmettre les efforts subis par le follower à l'opérateur. Cette loi de commande sera ensuite testée et validée.

### Plan détaillé :

- Création d'un environnement **ROS 2** qui permet la communication avec deux bras et deux mains robotique sur un PC central. (w1 - 4)

Sous la co-tutelle de :

-Développement de la loi de commande (Justification des choix architecturaux basés sur un **état de l'art**). (w 5 - 8)

-**Implémentation** de la loi de commande en **Python** (ou **c++** si nécessaire pour des raisons de performances) (w9 - 12)

-Test et optimisation des paramètres puis caractérisation du comportement du système (w13 - 16)

-**Collection d'un jeu de données** pour une tâche et **entraînement d'une politique de contrôle** (w17 - 24)

### Objectifs du stage :

L'objectif principal est de développer et valider une interface de télé-opération bidirectionnelle pour une main robotique dextre, permettant à un opérateur humain de contrôler à distance un robot tout en ressentant les forces que ce dernier subit. Le travail consiste à créer une loi de commande qui assure la synchronisation des mouvements entre le système *leader* (contrôlé par l'humain) et le système *follower* (qui interagit avec l'environnement), tout en transmettant le retour haptique. L'objectif final est de collecter des données pour entraîner une politique d'apprentissage automatique basée sur cette interface de télé-opération.

**Profil recherché :** Master 2 Ingénieur Robotique avec compétences solides en programmation ROS, robots manipulateurs, automatique, apprentissage machine.

**Compétences requises :** Environnement ROS 2, Python, C++, automatique et apprentissage machine (Pytorch).

### Description du stage (en anglais)

**Subject: Teleoperation control law development, implementation and testing for robot hand-arm system**

**Abstract:** Dexterous manipulation is a challenging problem in robotics because it involves strong interaction with the environment, and this environment is not always known. Several studies have shown the importance of **tactile feedback** to improve robots' manipulation capabilities.

This internship proposes to contribute to the development and validation of a **bidirectional teleoperation interface** for a dexterous robotic hand mounted on a 7 DOF arm. The system consists of a **leader** (arm + hand directly controlled by the human operator and transmitting the forces experienced by the follower back to the human operator) and a **follower** (arm + hand copying the movements of the leader system and interacting with the environment).

The work will focus on developing the control law followed by both systems. This control law must simultaneously allow the follower to replicate the leader's movements and enable the leader to transmit the forces experienced by the follower back to the operator. This control law will then be tested and validated.

Sous la co-tutelle de :

### Detailed plan:

- Creation of a **ROS 2** environment that enables communication with two arms and two robotic hands on a central PC. (w1 - 4)
- Development of the control law (Justification of architectural choices based on **literature review**). (w5 - 8)
- Implementation of the control law in **Python** (or **C++** if necessary for performance reasons) (w9 - 12)
- Testing and optimization of parameters, then characterization of system behavior (w13 - 16)
- Collection of a dataset** for a task and **training of a policy** (w17 - 24)

### Internship Objectives:

The main objective is to develop and validate a bidirectional teleoperation interface for a dexterous robotic hand, allowing a human operator to remotely control a robot while feeling the forces it experiences. The work involves creating a control law that ensures movement synchronization between the leader system (controlled by the human) and the follower system (which interacts with the environment), while transmitting haptic feedback. The final goal is to collect data to train a machine learning policy based on this teleoperation interface.

**Required Profile:** Masters student in robotics engineering

**Required skills :** ROS 2, Python, C++, Control systems and Machine learning